



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 100 63 695 B4** 2005.09.01

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 63 695.0**
(22) Anmeldetag: **20.12.2000**
(43) Offenlegungstag: **18.07.2002**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **01.09.2005**

(51) Int Cl.⁷: **H04L 1/20**
H04L 12/26, H04L 12/56, H04B 1/12

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
Effler, Matthias, 47506 Neukirchen-Vluyn, DE

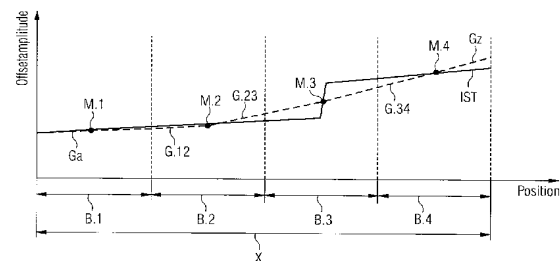
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
EP 08 95 385 A1
WO 98/01 981 A1
EP 12 02 511 A1 (Anmeldetag 30.10.2000);

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Kompensation von Offsetwerten**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Kompensation von veränderlichen Offsetwerten eines Empfangssignals, das in Datenpaketen (X) übertragen wird, wobei

- das Empfangssignal digitalisiert und zwischengespeichert wird,
- der Offset des digitalisierten und zwischengespeicherten Empfangssignals berechnet wird,
- mit dem berechneten Offset das digitalisierte Empfangssignal korrigiert wird und
- das korrigierte Empfangssignal zur weiteren Verarbeitung weitergeleitet wird,

dadurch gekennzeichnet, daß das digitalisierte und zwischengespeicherte Empfangssignal eines Datenpaketes (X) in mehrere Blöcke (B.X) aufgeteilt wird, wobei innerhalb jedes Blocks (B.X), ein blockspezifischer Mittelwert (M.X) des Offsets berechnet wird und aufgrund der Mittelwerte (M.X) eine zeitabhängige Korrekturfunktion für den Offset ermittelt wird, mit der das digitalisierte Empfangssignal korrigiert wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompensation von veränderlichen Offsetwerten eines Empfangssignals, das in Datenpaketen übertragen wird, vorzugsweise in einem Empfänger eines Mobilfunkgerätes, wobei das Empfangssignal digitalisiert und zwischengespeichert wird, der Offset des digitalisierten und zwischengespeicherten Empfangssignals berechnet wird, mit dem berechneten Offset das digitalisierte Empfangssignal korrigiert wird und das korrigierte Empfangssignal zur weiteren Verarbeitung weitergeleitet wird.

[0002] Im GSM-Mobilfunk (GSM = Global System for Mobile Communication) werden Daten, die Nutzdaten enthalten, in Form von Paketen (Burst) übertragen. In einem solchen, über eine Luftschnittstelle übertragenen Paket, liegen nach dem Empfang im Mobilteil die Empfangsdaten (Empfangspakete), durch Spannungswerte repräsentiert, vor. Diese Spannungswerte werden digitalisiert (digitalisierte Empfangsdaten) und der digitalen Signalverarbeitung des Mobilteils zugeführt.

[0003] Während der Übertragung der Daten können, beispielsweise durch Reflexionen der Wellen oder durch Rauschen, die Nutzdaten (Bits und Bytes) gestört werden. Diese gestörten Nutzdaten können durch einen Computeralgorithmus aus den Empfangsdaten zurückgerechnet werden. Ein Vergleich der somit im Mobilteil ermittelten Nutzdaten mit den tatsächlich vom Sender gesendeten Nutzdaten bestimmt die Bitfehlerrate.

[0004] Kommen weitere Störeinflüsse in der Übertragung hinzu, steigt die Bitfehlerrate. Ein solcher Störeinfluß kann zum Beispiel eine konstante Verschiebung ("statischer Offset"), eine langsame Verschiebung ("Drift") oder eine spontane Verschiebung ("Sprung") aus dem Arbeitspunkt sein, wobei dieser Arbeitspunkt auf 0 Volt festgelegt ist. Drift oder Sprung des Offsets wird als "dynamischer Offset" bezeichnet.

[0005] Ein Sprung im Offset kann zum Beispiel in einem Direct-Conversion Empfänger auftreten, wenn die Leistungsdichte außerhalb des Empfangsbandes eine starke und spontane Veränderung erfährt, die zusätzlich einen für den Empfänger verträglichen Absolutpegel überschreitet. Eine Drift kann zum Beispiel auftreten, wenn nach dem Einschalten des Empfängers für den Empfang eines Paketes parasitäre Einschwingvorgänge im Empfänger stattfinden.

[0006] Bisher existiert zur Kompensation von dynamischen Offsets die sogenannte statische Offsetkompensation, bei der über das gesamte, bereits digitalisierte Empfangspaket, ein Mittelwert des Offsets errechnet wird und dieser Mittelwert, zur Kompensa-

tion beziehungsweise zur Korrektur der Empfangsdaten, von diesen abgezogen werden. Sämtliche Empfangsdaten des Datenpaketes werden in diesem Verfahren also mit demselben Wert, einer Konstanten, korrigiert. Ein dynamischer Offset kann somit nicht oder nur unzureichend kompensiert werden. Dies wirkt sich in einer relativ hohen Bitfehlerrate aus.

Stand der Technik

[0007] Aus der EP 1 202 511 A1, die früher als dieses Schutzrecht angemeldet, jedoch nachveröffentlicht wurde, ist ein gattungsgemäßes Verfahren offenbart. Bei diesem Verfahren wird eine Aufteilung eines empfangenen Datenpakets in mehrere Blöcke vorgenommen, um innerhalb jedes Blocks zunächst den minimalen und den maximalen Signalwert zu bestimmen und daraus eine zeitabhängige Korrekturfunktion für den Offset zu ermitteln.

[0008] Aus der EP 0 895 385 A1 ist ein Verfahren zur DC-Offset-Unterdrückung empfangener Datenpakete bekannt, das jedoch zum technischen Hintergrund für die vorliegende Erfindung zu zählen ist. Zum technischen Hintergrund gehört außerdem die WO 98/01981 A1, die sich ebenfalls mit einem Verfahren zum Kompensieren eines variierenden DC-Offsets in einem abgetasteten Signal beschäftigt.

Aufgabenstellung

[0009] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein einfaches Verfahren zu entwickeln, das Offsetsprünge und Offsetdrifts, die im Empfangssignal auftreten, zumindest teilweise, kompensiert und eine Verringerung einer Bitfehlerrate des Empfangssignals bewirkt.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruches gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand untergeordneter Ansprüche.

[0011] Demgemäß schlägt der Erfinder vor, ein Verfahren zur Kompensation von veränderlichen Offsetwerten eines Empfangssignals, das in Datenpaketen übertragen wird, vorzugsweise in einem Empfänger eines Mobilfunkgerätes, weiterzuentwickeln, wobei in einem bekannten Verfahren:

- das Empfangssignal digitalisiert und zwischengespeichert wird,
- der Offset des digitalisierten und zwischengespeicherten Empfangssignals berechnet wird,
- mit dem berechneten Offset das digitalisierte Empfangssignal korrigiert wird und
- das korrigierte Empfangssignal zur weiteren Verarbeitung weitergeleitet wird.

[0012] Die erfindungsgemäße Weiterentwicklung sieht vor, daß das digitalisierte und zwischengespei-

cherte Empfangssignal eines Datenpaketes in mehrere Blöcke aufgeteilt wird, wobei innerhalb jedes Blocks, ein blockspezifischer Mittelwert des Offsets berechnet wird und aufgrund der Mittelwerte eine zeitabhängige Korrekturfunktion für den Offset ermittelt wird, mit der das digitalisierte Empfangssignal korrigiert wird. Anstelle eines einzigen konstanten Wertes, der bisher zur Korrektur verwendet wird, werden in dem erfindungsgemäßen Verfahren also zeitlich veränderliche Werte der Korrekturfunktion ermittelt.

[0013] Hierdurch wird auf äußerst einfache und zuverlässige Weise erreicht, daß die zeitlich veränderlichen Werte der Korrekturfunktion eine bessere Anpassung an den tatsächlichen Verlauf des Offsets wiedergeben, als das bei einem starren Mittelwert der Fall ist. Dies führt zu einer Verringerung einer Bitfehler rate bei der Übertragung des Empfangssignals.

[0014] In einer vorteilhaften Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden als Korrekturfunktion Geraden verwendet, die jeweils benachbarte Mittelwerte miteinander verbinden, wobei die Mittelwerte vorzugsweise mittig in dem jeweiligen Block angeordnet sind. Die Geraden (Sekanten) werden also zwischen den berechneten Mittelwerten linear interpoliert.

[0015] Vorzugsweise wird an den randständigen Blöcken die Steigung der benachbarten Geraden linear extrapoliert.

[0016] Eine andere Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß als Korrekturfunktion eine Näherungsfunktion verwendet wird, deren Parameter mit Hilfe eines geeigneten Kriteriums an den ermittelten Mittelwerten angepaßt werden. Für den zum Beispiel praktisch wichtigen Fall einer Exponentialfunktion $h \cdot \exp(t/\tau)$, läßt sich bei unbekannten Parametern h und τ in einem für τ zu erwartenden Intervall ein Polynom approximieren. Die Unbekannten h und τ können dann durch ein Gradientenverfahren an den Stützstellen (den Mittelwerten) angepaßt werden. Generell können beliebige Funktionen vorgelegt werden, wobei zur Laufzeit eine grobe Klassifizierung der störenden Kurvenform erfolgt und im zweiten Schritt deren Parameter genauer bestimmt werden.

[0017] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das digitalisierte und zwischengespeicherte Empfangssignal in zeitlich gleich große Blöcke aufgeteilt.

[0018] Darüber hinaus kann die Größe der Blöcke in Abhängigkeit von einem Eingangspegel eingestellt werden. Verringert sich die Höhe des dynamischen Offsets mit steigendem Eingangspegel so kann es sinnvoll sein, die Blockanzahl zu reduzieren. Ist die

Drift verschwunden, kann im Extremfall die Blockanzahl eins gewählt werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß der Mittelwert relativ schlecht geschätzt wird, wenn die Blöcke sehr klein sind, also nur eine kurze Folge an digitalisierten Empfangsdaten umfaßt. Werden die Blöcke sehr groß, wird der dynamische Offset jedoch, wie bei der statistischen Offsetkompensation, schlecht genähert. Es werden die Anzahl der Blöcke also vorzugsweise derart eingestellt, daß ein optimaler Kompromiß zwischen einer Näherung des dynamischen Offsets und einer Schätzung des Mittelwertes erreicht wird.

Ausführungsbeispiel

[0019] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels mit Hilfe der Figuren näher beschrieben. Es zeigen im einzelnen:

[0020] Fig. 1: schematische Darstellung der statischen Offsetkompensation;

[0021] Fig. 2: schematische Darstellung einer blockweise statischen Offsetkompensation;

[0022] Fig. 3: schematische Darstellung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0023] Die Fig. 1 verdeutlicht in einer schematischen Darstellung die statische Offsetkompensation. In einer Auftragung der Offsetamplitude gegen die zeitliche Folge der digitalisierten Empfangssignale (Position) beschreibt die durchgezogene Linie IST einen tatsächlichen Offset der Empfangssignale.

[0024] Ein in Form eines Datenpaketes X eingehendes Empfangssignal wird digitalisiert und in einem Puffer zwischengespeichert. Dann wird der Offset des digitalisierten und zwischengespeicherten Empfangssignals berechnet und mit dem berechneten Offset das digitalisierte Empfangssignal korrigiert.

[0025] Bei der bekannten statischen Offsetkompensation wird der Offset des digitalisierten und zwischengespeicherten Empfangssignals berechnet, indem ein Mittelwert $M.5$ des gesamten Datenpaketes X bestimmt wird. Durch diesen Mittelwert $M.5$ wird eine Gerade STA mit der Steigung 0 gelegt, das heißt, zur Korrektur des digitalisierten Empfangssignals wird ein konstanter Wert verwendet.

[0026] Die Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung der blockweise statischen Offsetkompensation. Hierbei wird das Datenpaket X in Blöcke B.X zerlegt, hier in die Blöcke B.1 bis B.4. Innerhalb jedes Blockes B.1 bis B.4 wird nun die statische Offsetkompensation angewendet.

[0027] Für jeden Block B.X wird ein Mittelwert $M.X$

ermittelt, das heißt für den Block B.1 der Mittelwert M.1, für den Block B.2 der Mittelwert M.2 usw. Durch die jeweiligen Mittelwerte M.1 bis M.4 werden Geraden BSTA.1 bis BSTA.4 gelegt, die keine Steigung aufweisen. Eine Korrektur der digitalisierten Empfangssignale erfolgt nun anhand dieser, innerhalb eines Blocks B.X jeweils konstanten, Offsetwerte.

[0028] Die Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens. Auch hier wird das digitalisierte Empfangssignal in vier Blöcke B.1 bis B.4 aufgeteilt, und innerhalb jedes Blocks B.X, ein blockspezifischer Mittelwert M.1 bis M.4 des Offsets berechnet.

[0029] Mit Hilfe dieser Mittelwerte M.1 bis M.4 wird eine zeitabhängige Korrekturfunktion für den Offset ermittelt, mit der das digitalisierte und in Form eines Datenpaketes X vorliegende Empfangssignal korrigiert wird.

[0030] In diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden jeweils benachbarte Mittelwerte linear miteinander verbunden, wobei die Mittelwerte mittig in den jeweiligen Blöcken angeordnet sind, so daß die Gerade G.12 zwischen den Mittelwerten M.1 und M.2, die Gerade G.23 zwischen den Mittelwerten M.2 und M.3 und die Gerade G.34 zwischen den Mittelwerten M.3 und M.4 berechnet werden. Diese Geraden G.XX+1 können jeweils unterschiedliche Steigungen aufweisen.

[0031] An den randständigen Mittelwerten M.1 und M.4 wird die Steigung der jeweils benachbarten Geraden fortgeführt. Von dem Beginn des Datenblocks X bis zu dem ersten Mittelwert M.1 wird die Gerade Ga vorzugsweise mit der selben Steigung extrapoliert, die die Gerade G.12 aufweist. Von dem Mittelwert M.4 bis zum Ende des Datenblocks X erhält die Gerade Gz vorzugsweise die selbe Steigung wie die benachbarte Gerade G.34.

[0032] Die so ermittelte Kurve beziehungsweise Korrekturfunktion, wird von den Empfangsdaten des Datenpaketes, in dem Digitalteil (Software) des Empfängers des Mobilfunkgerätes subtrahiert. Diese Empfangsdaten können nun zur weiteren Verarbeitung weitergeleitet werden.

[0033] Es versteht sich, daß die vorstehend genannten Merkmale der Erfindung nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

[0034] Insgesamt wird durch die Erfindung ein einfaches Verfahren vorgestellt, das Offsetsprünge und Offsetdrifts, die im Empfangssignal auftreten, zumin-

dest teilweise, kompensiert und eine Verringerung einer Bitfehlerrate bei der Übertragung des Empfangssignals bewirkt.

Bezugszeichenliste

B.X	Block
BSTA.X	Gerade der blockweisen statischen Offsetkompensation
G.XX+1	Gerade zwischen den Mittelwerten M.X und M.X+1
Ga	Gerade zwischen dem Anfang des Datenpaketes X und dem ersten Mittelwert M.1
Gz	Gerade zwischen dem letzten Mittelwert M.X und dem Ende des Datenpaketes X
IST	tatsächlicher Offset
M.X	Mittelwert
STA	Gerade der statischen Offsetkompensation
X	Datenpaket

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kompensation von veränderlichen Offsetwerten eines Empfangssignals, das in Datenpaketen (X) übertragen wird, wobei

- das Empfangssignal digitalisiert und zwischengespeichert wird,
- der Offset des digitalisierten und zwischengespeicherten Empfangssignals berechnet wird,
- mit dem berechneten Offset das digitalisierte Empfangssignal korrigiert wird und
- das korrigierte Empfangssignal zur weiteren Verarbeitung weitergeleitet wird,

dadurch gekennzeichnet, daß das digitalisierte und zwischengespeicherte Empfangssignal eines Datenpaketes (X) in mehrere Blöcke (B.X) aufgeteilt wird, wobei innerhalb jedes Blocks (B.X), ein blockspezifischer Mittelwert (M.X) des Offsets berechnet wird und aufgrund der Mittelwerte (M.X) eine zeitabhängige Korrekturfunktion für den Offset ermittelt wird, mit der das digitalisierte Empfangssignal korrigiert wird.

2. Verfahren gemäß dem voranstehenden Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Korrekturfunktion Geraden (G.XX+1) verwendet werden, die jeweils benachbarte Mittelwerte (M.X, M.X+1) miteinander verbinden, wobei die Mittelwerte (M.X) mittig in dem jeweiligen Block (B.X) angeordnet sind.

3. Verfahren gemäß dem voranstehenden Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß an den randständigen Blöcken (B.1, B.X) die Steigung der benachbarten Geraden (G.12, G.X-1X) linear extrapoliert wird.

4. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als

Korrekturfunktion eine Näherungsfunktion verwendet wird.

5. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das digitalisierte und zwischengespeicherte Empfangssignal in gleich große Blöcke (B.X) aufgeteilt wird.

6. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der Blöcke (B.X) in Abhängigkeit von einem Eingangspegel des Empfangssignals festgelegt wird.

7. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass es in einem Empfänger eines Mobilfunkgerätes durchgeführt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

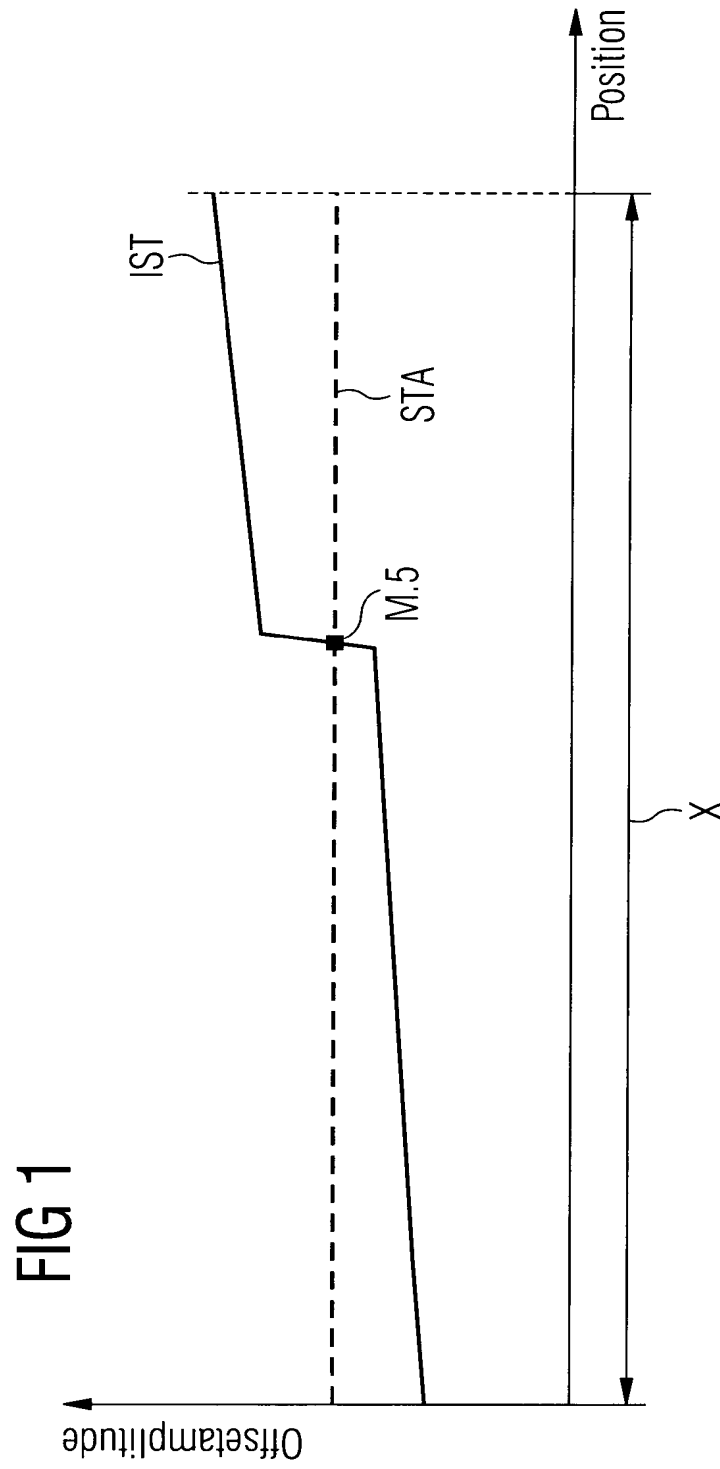


FIG 2

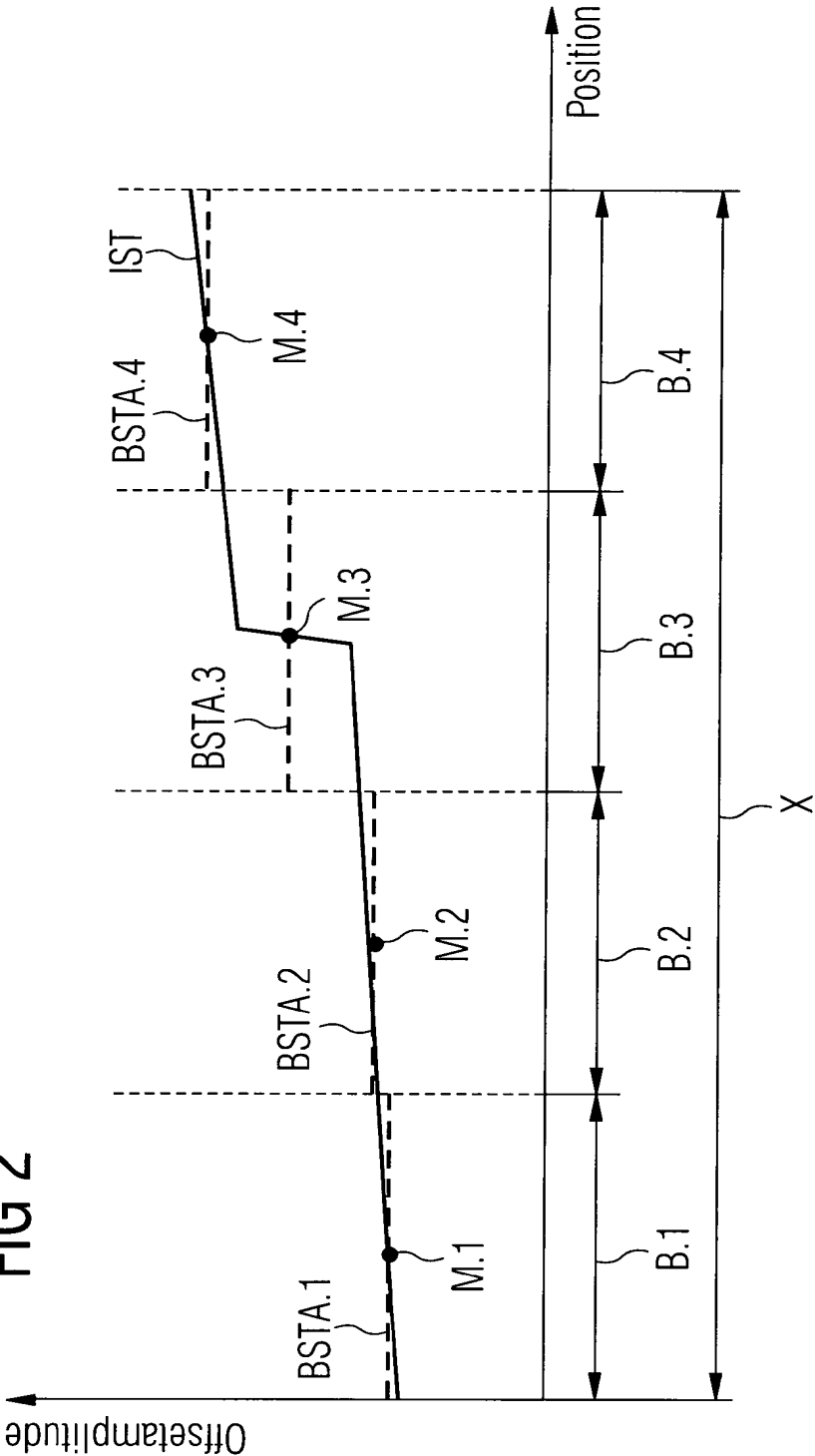


FIG 3

